

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06282063 A**(43) Date of publication of application: **07 . 10 . 94**

(51) Int. Cl.

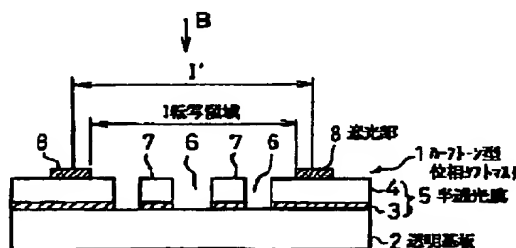
**G03F 1/08  
H01L 21/027**(21) Application number: **05068550**(22) Date of filing: **26 . 03 . 93**(71) Applicant: **HOYA CORP**(72) Inventor: **OKUBO YASUSHI****(54) HALFTONE TYPE PHASE SHIFT MASK****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To provide the halftone type phase shift mask capable of preventing the generation of a defect of exposure based on a deviation between the light passage region of the apertures of a stepper and the transfer region of a phase shift mask which is a reticule even if there is some deviation therebetween in the case of use of this phase shift mask as the reticule of the stepper.

**CONSTITUTION:** This halftone type phase shift mask 1 is formed by forming a light translucent film 5 which shifts the phase of the light passing simultaneously with the passage of exposing light of the intensity of not substantially contributing to exposure over the entire surface of a transparent substrate 2, removing a part of the light translucent film 5 in the central part of the magnetic substrate 2 to form a mask pattern constituted of a light transparent part 6 and a translucent part 7 and varying the phase of the light passed the light translucent part 7 and the phase of the light passed the light transparent part 6 in such a manner that the light rays past the part near the boundary of the light transparent part and the light translucent part negate each other, thereby making it possible to well maintain the contrast in the boundary part. A light shielding part 8 having a prescribed or larger width is formed in the non-transfer region adjacent to the boundary between the mask pattern

transfer region 1 and non-transfer region on the light translucent film 5 made to remain on the outer periphery on the transparent substrate 2.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-282063

(43)公開日 平成6年(1994)10月7日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	A	7369-2H		
H 0 1 L 21/027		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 0 1 P
		7352-4M		3 1 1 W

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-68550

(22)出願日 平成5年(1993)3月26日

(71)出願人 000113263

ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(72)発明者 大久保 靖

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホー

ヤ株式会社内

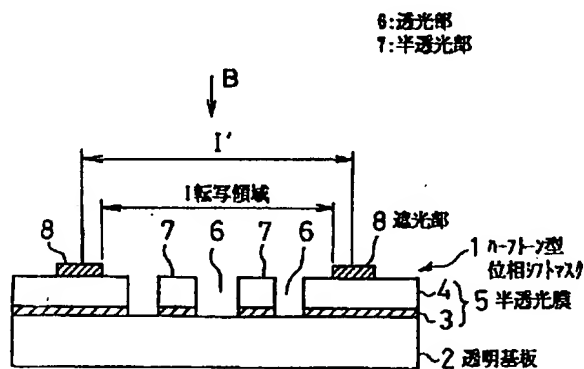
(74)代理人 弁理士 阿仁屋 節雄 (外2名)

(54)【発明の名称】 ハーフトーン型位相シフトマスク

(57)【要約】

【目的】 ステッパーのレティクルとして用いた場合に、ステッパーのアパーチャーの光通過領域と、レティクルたる位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあっても、このずれに基づく露光の欠陥が生ずることを防止することができるハーフトーン型位相シフトマスクを提供する。

【構成】 透明基板2の全面に実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させると同時に通過する光の位相をシフトさせる半透光膜5を形成し、透明基板2の中央部においてこの半透光膜5の一部を除去して透光部6と半透光部7とで構成するマスクパターンを形成し、半透光部7を通過した光の位相と透光部6を通過した光の位相とを異ならしめて透光部と半透光部との境界部近傍を通過した光が互いに打ち消しあうようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたハーフトーン型位相シフトマスク1において、透明基板2上の外周周辺に残された半透光膜5の上であって、マスクパターン転写領域Iと非転写領域との境界に隣接する非転写領域に、所定以上の幅を有する遮光部8を形成した。



Express Mail #EL719795338US

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 微細パターン転写用のマスクであって、透明基板上の転写領域に形成するマスクパターンを、実質的に露光に寄与する強度の光を透過させる透光部と実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部とで構成し、かつこの半透光部を通過する光の位相をシフトさせて該半透光部を通過した光の位相と前記透光部を通過した光の位相とを異ならしめることにより、前記透光部と半透光部との境界部近傍を通過した光が互いに打ち消しあうようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたハーフトーン型位相シフトマスクにおいて、

前記マスクパターン転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域を実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部とし、かつ、この非転写領域の半透光部に所定以上の幅を有する遮光部を設けたことを特徴とするハーフトーン型位相シフトマスク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、マスクを通過する露光光間に位相差を与えることにより、転写パターンの解像度を向上できるようにした位相シフトマスクであって、遮光部を実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させると同時に透過光の位相をずらす半透光膜で構成し、この遮光部と透光部との境界部近傍を通過した光が互いに打ち消しあうようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたいわゆるハーフトーン型位相シフトマスクに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体LSI製造などにおいては、微細パターン転写のマスクたるフォトマスクの1つとして位相シフトマスクが用いられる。この位相シフトマスクは、マスクを通過する露光光間に位相差を与えることにより、転写パターンの解像度を向上できるようにしたものである。この位相シフトマスクの1つに、特に、単一のホール、ドットまたはライン、スペース等の孤立したパターン転写に適したものとして、特開平4-136854号公報に記載の位相シフトマスクが知られている。

【0003】 図9は特開平4-136854号公報に記載の位相シフトマスクの断面図、図10は図9におけるA矢視図である。これらの図に示されるように、この公報記載の位相シフトマスク30は、透明基板31上に実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させると同時に通過する光の位相をシフトさせる半透光膜32を形成し、次いで、該透明基板31の中央部の転写領域Iに、前記半透光膜32の一部を選択的に除去することにより、実質的に露光に寄与する強度の光を透過させる透光部33と実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光部34とで構成するマスクパターンを形成したものである。そして、この位相シフトマスク30は、半

透光部34を通過する光の位相をシフトさせて該半透光部34を通過した光の位相が上記透光部33を通過した光の位相に対して実質的に反転する関係になるようにすることにより、前記透光部33と半透光部34との境界近傍を通過して回折により回り込んだ光が互いに打ち消しあうようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたものである。このタイプの位相シフトマスクは、いわゆるハーフトーン型位相シフトマスクと俗称されている。

## 10 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、この位相シフトマスクは、通常、半導体製造に用いられる露光装置である縮小投影露光装置（ステッパー）のマスク（レティクル）として用いられる。このステッパーは、レティクルを露光光で投影して得られる投影像を投影レンズで縮小し、被転写体である半導体ウエハ上に結像させて縮小投影露光を行うものである。この縮小投影露光は、通常、1枚の半導体ウエハ上の異なる位置に同一のレティクルのパターンを繰り返し転写して露光し、1枚のウエハから多数の半導体チップを得るものである。このため、このステッパーを用いてパターン転写を行うときは、図9に示されるように、ステッパーに備えられた被覆部材（アパーチャー）36によって位相シフトマスク30（レティクル）の転写領域Iのみを露出させるように周縁領域を被覆して露光を行う。

【0005】 しかしながら、このアパーチャー36は、精度よく（例えば1 $\mu$ m以下の精度）転写領域のみを露出させるように設置することは機械精度的に難しく、多くの場合、露出部が転写領域の外周周辺部の非転写領域にはみ出てしまう。また、アパーチャーが仮に高精度であってもはみだし部がない場合であっても、アパーチャーと被転写体との間に距離があることから露光光が回折して非転写領域に達する。

【0006】 このように、アパーチャー36が本来の転写領域よりも広い範囲に露光光を透過させた場合、次の問題のあることがわかった。すなわち、ハーフトーン型位相シフトマスク30は、通常、非転写領域に実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光膜32が形成されている。このため、上述のように、アパーチャー36が本来の転写領域よりも広い範囲に露光光を透過させると、このはみだし部分で実質的に露光に寄与しない強度の光による露光がなされる。勿論、このはみだし部分があっても1回の露光では何等問題は生じない。しかし、このはみだして露光された部分（はみだし露光部）が転写領域に重なったり、あるいは、次の露光の際に同様にはみだして露光された部分と重なる場合が生じ、この重ね露光によって、1回の露光では実質的に露光に寄与しない露光量であっても、それらが加算されて露光に寄与する量に達する場合がある。したがって、これにより、本来は露光されるべきでない領域に結果的に

露光が施された同様のことが起こり、欠陥が発生する。以下、この点を具体的に説明する。

【0007】図11ははみだし露光部が重なる現象を示す説明図である。図11は説明を簡単にするために露光対象たるレジストを塗布したウエハ上に隣接して4個の転写を行った場合を想定したものであって、実線で囲まれる領域E11、E12、E13、E14が転写領域であり、それぞれの転写領域の外側の点線で囲まれる部分がはみだし部 $\Delta E11$ 、 $\Delta E12$ 、 $\Delta E13$ 、 $\Delta E14$ である。上記各転写領域の寸法(縦及び横)はI、実際のアパーチャの光通過孔の寸法(縦及び横)はI'、はみだし部の寸法(幅)は $\Delta I$ である。なお、転写領域E11、E12、E13、E14の相互位置関係は、ステッパーのX-Yステージ等によって正確に隣合わせになるようにに設定される。また、図11では説明をわかり易くするために、はみだし部 $\Delta E11$ 、 $\Delta E12$ 、 $\Delta E13$ 、 $\Delta E14$ を拡大して示してある。

【0008】図11から明らかなように、はみだし部 $\Delta E11$ 、 $\Delta E12$ 、 $\Delta E13$ 、 $\Delta E14$ は、相互に隣接するものどうして重なり部分が生ずる。これら重なり部分をそれぞれ $\delta E112$ 、 $\delta E124$ 、 $\delta E134$ 、 $\delta E113$ 、 $\delta E1234$ 、 $\delta E1134$ 、 $\delta E1123$ 、 $\delta E1124$ とすると、重なり部分 $\delta E112$ 、 $\delta E124$ 、 $\delta E134$ 、 $\delta E113$ の重なり回数は共に2回であるが、重なり部分 $\delta E1234$ 、 $\delta E1134$ 、 $\delta E1123$ 、 $\delta E1124$ は3回となり、さらに、点Oにおいては実質的に4回の重なりとなる。いま、半透光膜32の光透過率を15%とすると、2回重なり部分には光透過率30%の膜を通過した場合と同じ量の露光が、3回重なり部分には光透過率45%の膜を通過した場合と同じ量の露光が、さらに、4回重なり部分には光透過率60%の膜を通過した場合と同じ量の露光がそれぞれ行われることになる。このため、これら重なり部分では、実質的に露光に寄与する強度に達する露光が行われる場合が生ずる。その結果、この露光を行った後、レジストを現像し、所定のエッチング等をしてパターンを形成したウエハには、本来は形成すべきでない部分に不要なパターンが形成されることになり、パターン欠陥が発生してしまうことになる。

【0009】本発明は上述の背景のもとでなされたものであり、ステッパーのレティクルとして用いた場合に、ステッパーのアパーチャの光通過領域と、レティクルたる位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあっても、このずれに基づく露光の欠陥が生ずることを防止することができるハーフトーン型位相シフトマスクを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために本発明にかかるハーフトーン型位相シフトマスクは、微細パターン転写用のマスクであって、透明基板上の転写領域に形成するマスクパターンを、実質的に露光

10

に寄与する強度の光を透過させる透光部と実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部とで構成し、かつこの半透光部を通過する光の位相をシフトさせて該半透光部を通過した光の位相と前記透光部を通過した光の位相とを異ならしめることにより、前記透光部と半透光部との境界部近傍を通過した光が互いに打ち消しあうようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたハーフトーン型位相シフトマスクにおいて、前記マスクパターン転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域を実質的に露光に寄与しない強度の露光光を透過させる半透光部とし、かつ、この非転写領域の半透光部に所定以上の幅を有する遮光部を設けたことを特徴とする構成としたものである。

【0011】

【作用】上述の構成によれば、マスクパターン転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域の半透光部に所定以上の幅を有する遮光部を設けたことにより、このハーフトーン型位相シフトマスクをステッパーのレティクルとして用いた場合に、ステッパーのアパーチャの光通過領域と、レティクルたる位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあって、露光光が位相シフトマスクの非転写領域における半透光部にはみだして照射されても、このはみだして照射された露光光は上記遮光部によって遮断されて透過することができない。これにより、被転写体上における非転写領域に不要な露光光が達することを完全に防止でき、上記アパーチャの光通過領域とハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあった場合にも、このずれに基づく露光の欠陥が生ずることを防止することができる。

30

【0012】

【実施例】図1は本発明の一実施例にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの断面図、図2は図1におけるB矢視図、図3ないし図8は一実施例のハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程の説明図である。以下、これらの図を参照しながら一実施例を説明する。

【0013】図1及び図2において、符号1はハーフトーン型位相シフトマスク、符号2は透明基板、符号5は半透光膜、符号6は透光部、符号7は半透光部、符号8は遮光部である。

40

【0014】ハーフトーン型位相シフトマスク1は、透明基板2の全面に半透光膜5を形成し、透明基板2の中央部においてこの半透光膜5の一部を除去して透光部6と半透光部7とで構成する単一のホールあるいはスペース等のマスクパターンを形成したものである。そして、透明基板2上の外周周辺に残された半透光膜5の上であって、マスクパターン転写領域Iと非転写領域との境界に隣接する非転写領域に、所定以上の幅を有する遮光部8を形成したものである。なお、半透光膜5は実質的に露光に寄与しない強度の光を透過する光透過特性と、この透過光の位相を所定量ずらす位相シフト特性との双方

50

の特性を兼ね備えた膜であれば1層の膜で構成してもよいが、この実施例では、この半透光膜5を、主として光透過特性を担う低透過率膜3と主として位相シフト特性を担う高透過率膜4との2層の膜で構成した例を示した。

【0015】透明基板2は、主表面を鏡面研磨した石英ガラス基板(寸法;縦6インチ×横6インチ×厚さ0.25インチ)である。

【0016】半透光膜5を構成する低透過率膜3は、膜厚21nmのCr膜であり、波長365nmの露光光に対する透過率が15%である。また、高透過率膜4は、膜厚380nmのSOG(塗布ガラス;スピン・オン・ガラス)膜であり、波長365nmの露光光の位相を180°シフトさせる。

【0017】また、遮光部8はCrからなる膜厚100nmの膜であり、透明基板2上の中央部の転写領域I(10cm×10cm)と非転写領域との境界に隣接して、幅5.0mmに形成したものである。

【0018】この構成のハーフトーン型位相シフトマスク1は以下のようにして製造することができる。

【0019】まず、透明基板2上に、スパッタリング法によりCrからなる低透過率膜3を形成する。次に、低透過率膜3上にSiO<sub>2</sub>系被覆膜形成用塗布液(アライディング社製のアキュグラス#311スピンオンガラス(商品名))を滴下し、スピンコート法により全面に拡げ、その後、焼成してバインダーの有機化合物を揮発させて、SOG(スピン・オン・ガラス)膜からなる高透過率膜4を形成し、低透過率膜3と高透過率膜4とからなる半透光膜5を形成する。次いで、高透過率膜4上に、Crをスパッタリング法により膜厚100nmに成膜して遮光膜8aを形成する(図3参照)。

【0020】次に、ポジ型電子線レジスト(ZEP-520:日本ゼオン社製)を膜厚600nm塗布し、ベークした後、透明基板2上の転写領域内におけるレジストに所望のパターンの電子線露光を施し、現像液で現像することにより、レジストパターン10を形成する(図4参照)。

【0021】次に、レジストパターン10をマスクにして、遮光膜8aを所定のエッチング液によりエッチングし、引き続き高透過率膜4をドライエッチングする(図5参照)。なお、この高透過率膜4のドライエッチングは、反応性ドライエッチング方式(RIE)の平行平板型ドライエッチング装置を用いて、以下の条件で行う。

【0022】

エッチングガス…CF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>との混合ガス

ガス圧…0.1 Torr

高周波出力…200W

次に、レジストパターン10を剥離した後(図6参

照)、透明基板2の表面にネガ型電子線レジスト11a

(CMX-EX(S):東ソー社製)を膜厚600nm

に塗布してベーク処理を施す。次いで、このレジスト11aに遮光部8を形成するための電子線露光を施す(図7参照)。次に、レジスト11aを現像し、転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域に5.0mmの幅のレジストパターン11を形成する(図8参照)。

【0023】しかる後、そのレジストパターン11をマスクにして遮光膜8a及び低透過率膜3の露出部分を所定のエッチング液を用いてエッチングしてこれらの膜の露出部分を除去し、次いで残存するレジストパターン11を除去することにより、ハーフトーン型位相シフトマスク1を得る(図1参照)。

【0024】上述の構成のハーフトーン型位相シフトマスク1によれば、半透光部7の透過率は15%、すなわち、半透光部7において実質的に露光に寄与しない強度の光を通過させる。また、半透光部7は、通過する光の位相を180°シフトさせる位相シフト機能を担っている。したがって、この一実施例のハーフトーン型位相シフトマスク1を用いてパターン転写を行うと、透光部6と半透光部7との境界部近傍を通過して回折によって回り込んだ光が互いに打ち消しあい、境界部のコントラストを良好に保持できるから、高解像度の露光が可能となる。

【0025】また、このハーフトーン型位相シフトマスク1をレティクルとしてステッパーに装着してパターン転写を行う場合において、仮に、ステッパーのアパーチャーの光通過領域I'がレティクルたるハーフトーン型位相シフトマスク1の転写領域Iより大きいために、アパーチャーを通過した露光光が非転写領域にはみだして照射されても、このはみだして照射された露光光は上記遮光部8によって遮断されて透過することができない。これにより、被転写体上における非転写領域に不要な露光光が達することを完全に防止でき、上記アパーチャーの光通過領域とハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあった場合にも、このずれに基づく露光の欠陥が生ずることを効果的に防止することができる。

【0026】なお、上述の一実施例では、遮光部として、厚さ100nmのCr膜を用いたが、半透光膜5の上に形成した場合にこの半透光膜5と合わせた光透過率が実質的に露光光を遮断できる程度になるのであればよい。Cr膜を用いる場合には、20nm以上であれば、一定の遮光効果が得られる。また、この遮光部としてはCr膜以外にも、適当な厚さに形成することにより露光光を遮断できるAl、Ti、W、MoSi等の膜でもよく、また、クロムに酸化クロムもしくは窒化クロムもしくは炭化クロムが含まれるもの、あるいは、モリブデンシリサイド、タンタルシリサイド、タングステンシリサイドのうちの1又は2以上を含むもの、あるいは、これらに窒素及び/又は酸素を含ませたものであってもよい。また、必ずしも、このような光の透過を遮断する

膜を形成する必要はなく、遮光部が形成されるべき非転写領域の半透光膜に所定幅以下の半透光部と透光部とが交互に並ぶパターンを形成することにより、半透光部と透光部との境界部近傍の位相反転と回折による相殺効果を一定の広い幅で得られるようにすれば、遮光膜と同様の遮光部を構成することができる。

【0027】また、遮光部の形成範囲は、ハーフトーン型の位相シフトマスクの転写領域と非転写領域との境界に隣接した非転写領域であって、ステッパーのアーチャーの光通過領域がハーフトーン型の位相シフトマスクの非転写領域にはみだす可能性のある範囲を十分にカバーできる範囲であればよい。なお、この遮光部を十分に広くした場合において、非転写領域にアライメントマークを形成する場合には、この遮光部に微小な透光部をリソグラフィ法で形成するようにすればよい。

【0028】また、上述の一実施例では、半透光膜を低透過率膜と高透過率膜との2層の膜で構成した例を示したが、実質的に露光に寄与しない強度の光を透過する光透過特性と、この透過光の位相を所定量ずらす位相シフト特性との双方の特性を兼ね備えた膜であれば1層の膜で構成してもよい。この場合、半透光膜の光透過率は、レジスト等の被転写体の露光感度にもよるが、通常、1～50%の範囲であればよい。さらに、半透光膜を2層の膜で構成した場合において、低透過率膜としては、Cr膜以外にも、例えば、クロムに、酸化クロムもしくは窒化クロムもしくは炭化クロムが含まれるものでもよく、あるいは、モリブデンシリサイド、タンタルシリサイド、タングステンシリサイドのうちの1又は2以上を含むもの、あるいは、これらに窒素及び／又は酸素を含ませたものであってもよい。なお、低透過率膜をCr膜で構成した場合には、その膜厚を10～200nmとすればよい。また、半透光膜を2層の膜で構成した場合において、2層の膜の形成順序は上記一実施例の場合と逆であってもよいが、その場合には、遮光部を構成する材料と低透過率膜を構成する材料との組み合わせを選定して、一方をエッチングする際に他方がエッチングされないようにする必要がある。

【0029】さらに、透明基板としては、石英ガラスの他にも、例えば、ソーダライムガラス、アルミノボロシ

リケートガラス、ボロシリケートガラス等の他のガラス基板を用いてもよい。

【0030】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明は、ハーフトーン型位相シフトマスクのマスクパターン転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域に所定以上の幅を有する遮光部を設けたもので、これにより、ハーフトーン型位相シフトマスクをステッパーのレティクルとして用いた場合に、ステッパーのアーチャーの光通過領域とレティクルたる位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあっても、このずれに基づく露光の欠陥が生ずることを効果的に防止することを可能にしたものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの断面図である。

【図2】図1のA矢視図である。

【図3】一実施例のハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図4】一実施例のハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図5】一実施例のハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図6】一実施例のハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図7】一実施例のハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図8】一実施例のハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図9】従来のハーフトーン型位相シフトマスクの断面図である。

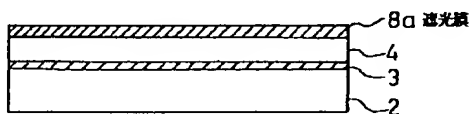
【図10】図9のB矢視図である。

【図11】はみだし露光部が重なる現象を示す説明図である。

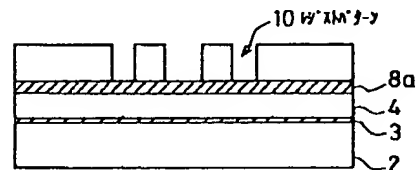
【符号の説明】

1…ハーフトーン型位相シフトマスク、2…透明基板、3…低透過率膜、4…高透過率膜、5…半透光膜、6…透光部、7…半透光部、8…遮光部。

【図3】



【図4】





【図11】

